

Indice

- 1 Oggetto**
 - Lotto funzionale n. 1**
- 2 Dispositivi per la riduzione del flusso luminoso**
- 3 Sostituzione delle armature stradali**
- 4 Dati generali degli impianti**
- 5 Rispondenza a norme tecniche e leggi di riferimento**
- 6 Tipologie di materiali e modalità di esecuzione delle opere**
 - 6.1 Apparecchi di illuminazione**
 - 6.2 Quadro elettrico e apparecchi per la regolazione del flusso luminoso**
- 7 Protezione dai contatti diretti ed indiretti**
 - 7.1 Contatti diretti**
 - 7.2 Contatti indiretti**
 - 7.3 Impianto di terra**
- 8 Protezione contro le sovracorrenti e le sovratensioni**
 - 8.1 Protezione contro il sovraccarico ed il corto circuito**
 - 8.2 Protezione dalle sovratensioni**
- 9 Scelte progettuali**
- 10 Costi intervento e benefici ambientali attesi**
- 11 Piano di manutenzione**
 - 11.1 Premessa**
 - 11.2 Manutenzione dei corpi illuminanti**
 - 11.3 Manutenzione programmata dei quadri con i regolatori di flusso**

Lotto funzionale n. 2

- 12 Sostituzione delle lanterne semaforiche**
- 13 Rispondenza a norme tecniche e leggi di riferimento**
- 14 Tipologie di materiali e modalità di esecuzione delle opere**
- 15 Protezione dai contatti diretti ed indiretti**
 - 15.1 Contatti diretti**
 - 15.2 Contatti indiretti**
 - 15.3 Impianto di terra**
- 16 Protezione contro le sovracorrenti e le sovratensioni**
 - 16.1 Protezione contro il sovraccarico ed il corto circuito**
 - 16.2 Protezione dalle sovratensioni**
- 17 Scelte progettuali**
- 18 Costi intervento e benefici ambientali attesi**
- 19 Piano di manutenzione**

1. OGGETTO

La presente relazione tecnica ha per oggetto interventi su alcuni impianti della pubblica illuminazione o parti di essi finalizzati al risparmio energetico mediante la riduzione del consumo di energia elettrica.

Tale obiettivo sarà conseguito mediante la sostituzione delle lanterne semaforiche, attualmente equipaggiate con lampade ad incandescenza, con nuove contenenti lampade con tecnologia a led, l'installazione di regolatori di flusso luminoso sui quadri di comando di alcuni impianti di pubblica illuminazione e la sostituzione nei giardini pubblici di tutte le armature contenenti lampade a vapori di mercurio in alta pressione, con nuove equipaggiate con tecnologia a LED.

L'intervento risulta composto da due lotti funzionali così ripartiti:

- Lotto funzionale n. 1: Sostituzione corpi illuminanti giardini pubblici ed installazione regolatori di flusso
- Lotto funzionale n. 2: Sostituzione lanterne semaforiche

La suddivisione in due lotti funzionali ha lo scopo, anche in termini di efficienza ed economicità, di distinguere tra loro due settori, l'illuminazione di strade e giardini e la segnalazione semaforica che, pur risultando contigui ed entrambi rientranti nella categoria degli impianti di generazione di luce mediante l'impiego di energia elettrica gestiti da un ente pubblico (comune), hanno due scopi differenti: l'uno di illuminazione, l'altro di segnalazione.

LOTTO FUNZIONALE N. 1

2. DISPOSITIVI PER LA RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

Si tratta di dispositivi che, agendo sulla tensione di alimentazione delle lampade, assolvono alla duplice funzione di stabilizzarla e permettere la regolazione del flusso luminoso in determinate ore della notte a minor traffico, senza penalizzare l'uniformità della luminanza sulla sede stradale.

I vantaggi offerti dall'impiego di questi dispositivi sono sostanzialmente:

- Risparmio energetico dovuto, sia alla stabilizzazione della tensione di alimentazione delle lampade, rendendola indipendente dalle fluttuazioni della tensione di rete (nelle ore notturne sono molto frequenti, a causa del minor carico, livelli di tensione ben al di sopra del valore nominale), sia alla sua riduzione durante le ore a minor traffico veicolare. Il risparmio conseguibile è determinato dal livello di tensione a cui si effettua la regolazione, a sua volta strettamente vincolato alla tipologia di lampade presenti nell'impianto.
- Aumento della vita media delle lampade e conseguenti minori oneri di manutenzione dovuti alla stabilizzazione della tensione di alimentazione, che previene le sovratensioni, fenomeni assai critici per le lampade e che ne limitano la vita ed il livello di flusso luminoso emesso nel tempo.

Le possibilità e modalità di impiego dei regolatori di flusso sono disciplinate dalla Norma UNI 11248 che, utilizzando come base le categorie illuminotecniche di riferimento derivanti dalla classificazione prevista nel Codice della Strada, permette di attribuire ad una strada una categoria illuminotecnica di progetto in funzione di vari fattori, ed una o più categorie illuminotecniche di esercizio, determinate anche sulla base del traffico veicolare presente nelle varie fasce orarie. In particolare, la diminuzione del traffico veicolare di più del 50% rispetto

al valore massimo previsto per la tipologia di strada, permette di ridurre di una unità, in sede di analisi dei rischi, la categoria illuminotecnica di esercizio con conseguente diminuzione del valore di illuminamento richiesto (mediamente una riduzione dell'ordine del 25 – 30%); con la diminuzione del traffico di più del 75% è ammessa la riduzione di due categorie (illuminamento ridotto del 50% circa). Altro criterio richiesto dalla Norma per poter effettuare la riduzione del flusso luminoso è che le condizioni di sicurezza generale per tutti gli utenti della strada lo permettano.

Si può ragionevolmente prevedere, anche se tale dato dovrà essere confermato dall'Amministrazione Comunale, che dopo le ore 22:00 e fino alle ore 06:00 (o allo spegnimento degli impianti, nei periodi dell'anno in cui avviene prima delle ore 06:00) si rientri nelle fasce di diminuzione del traffico veicolare richieste. Appare evidente che, ai fini di poter sfruttare questa opportunità di risparmio energetico, è del tutto secondaria la classificazione delle strade (la Norma stabilisce per ogni classe un livello medio di luminanza, ma non impedisce la riduzione per nessuna delle classi), mentre riveste primaria importanza la presenza di condizioni di sicurezza generale per tutti gli utenti della strada, la cui verifica non può che essere demandata al settore Viabilità e Traffico dell'Ente Locale.

Le zone dove installare i quadri con i regolatori di flusso sono state indicate dall'Amministrazione Comunale, al fine di massimizzare l'energia risparmiabile, in base ai seguenti parametri:

- potenza dell'impianto;
- impianti con sola presenza di lampade a vapori di sodio in alta pressione, che a differenza delle altre tipologie di lampade a scarica, permettono una maggiore riduzione della tensione di alimentazione e quindi un maggior risparmio di energia elettrica

che hanno portato all'individuazione di tre impianti ove installare i regolatori di flusso.

Detti impianti sono a servizio di strade in cui durante le ore notturne si presume vi sia una riduzione del traffico veicolare superiore al 75% rispetto al valore massimo previsto nelle

rispettive tipologie di strada. Ciò permette, in tali orari, di utilizzare categorie illuminotecniche di esercizio inferiori di due unità rispetto alle rispettive categorie illuminotecniche di progetto; riducendo la tensione di alimentazione degli impianti fino al minimo valore consentito dalle tipologie di lampade presenti, gli illuminamenti che si ottengono risultano superiori ai minimi richiesti per le categorie di esercizio nelle ore notturne.

Negli impianti ove è prevista l'installazione dei regolatori di flusso, sono presenti esclusivamente lampade a vapori di sodio in alta pressione e ciò consentirà di esercirli, durante le ore di riduzione del flusso luminoso, ad una tensione di circa 180 V che permette, da misure effettuate su impianti analoghi, un risparmio di energia elettrica di circa il 40% nelle ore in cui si effettua la riduzione del flusso luminoso.

Ad oggi l'accensione e lo spegnimento degli impianti è regolato mediante orologio astronomico o interruttore crepuscolare; sulla base degli orari di accensione durante l'arco dell'anno e prevedendo la regolazione del flusso luminoso tra le ore 22:00 e le ore 06:00 (o quella di spegnimento dell'impianto, se antecedente) si stima che in un anno le ore in cui avverrà la regolazione del flusso luminoso saranno circa 2.765.

Si riporta di seguito uno schema riassuntivo dei tre impianti ove è prevista l'installazione dei regolatori di flusso, le loro potenze ed il risparmio energetico conseguibile.

Impianto	SF01	Via di Rimaggio, 127	
Potenza nominale impianto (comprese perdite di linea)			31,478 kW
Potenza assorbita durante la regolazione del flusso luminoso			18,887 kW
Riduzione potenza assorbita durante la regolazione del flusso luminoso			12,591 kW
Ore annue di regolazione del flusso luminoso			2.765 ore
Energia elettrica risparmiata in un anno			34,815 MWh

Impianto	SF02	Via di Rimaggio, 208	
Potenza nominale impianto (comprese perdite di linea)			34,852 kW
Potenza assorbita durante la regolazione del flusso luminoso			20,911 kW
Riduzione potenza assorbita durante la regolazione del flusso luminoso			13,941 kW
Ore annue di regolazione del flusso luminoso			2.765 ore
Energia elettrica risparmiata in un anno			38,546 MWh

Impianto	SF03	Via 1° Maggio, 324	
Potenza nominale impianto (comprese perdite di linea)			21,947 kW
Potenza assorbita durante la regolazione del flusso luminoso			13,168 kW
Riduzione potenza assorbita durante la regolazione del flusso luminoso			9,779 kW
Ore annue di regolazione del flusso luminoso			2.765 ore
Energia elettrica risparmiata in un anno			24,273 MWh

In totale, l'energia elettrica risparmiata in un anno grazie all'installazione dei regolatori di flusso, ammonterà a 97,634 MWh.

3. SOSTITUZIONE DELLE ARMATURE

Attualmente, nei giardini ove è previsto questo tipo di intervento, sono presenti corpi illuminanti a globo al cui interno sono installate lampade a vapori di mercurio in alta pressione da 125 W che presentano una scarsa efficienza luminosa; inoltre, la struttura del corpo illuminante (a sfera) e l'assenza di accorgimenti per indirizzare la luce verso il basso, comporta l'emissione del flusso luminoso in tutte le direzioni e ciò ne consegue che solo una piccola parte della luce emessa raggiunge il suolo, mentre una buona aliquota viene indirizzata e dispersa verso l'alto, generando quindi inquinamento luminoso.

Per la sostituzione è stato deciso di utilizzare armature contenenti lampade a led in quanto questa tecnologia (di recente impiego nella pubblica illuminazione) consente di generare una luce bianca, gradevole, con una buona resa cromatica e permette di ottenere un'ottima efficienza luminosa, seconda soltanto alle lampade a vapori di sodio in bassa pressione, che per le loro caratteristiche (luce gialla monocromatica), sono del tutto inadatte all'illuminazione di giardini pubblici. La tipologia di armatura scelta presenta una potenza di 30 W (contro le lampade da 125 W attualmente presenti) sufficiente, grazie all'efficienza luminosa e all'ottica che convoglia verso il terreno tutta la luce emessa dall'apparecchio, per illuminare convenientemente i giardini.

Nelle seguenti tabelle sono riportati in dettaglio, impianto per impianto, il numero e la tipologia dei punti luce che saranno rimossi ed installati, con il calcolo della riduzione della potenza determinata dalla sostituzione delle armature.

Piazza della Costituzione				
Punti luce da sostituire		Punti luce da installare		Riduzione
N.	Potenza assorbita (W)	N.	Potenza assorbita (W)	Potenza (W)
20	140	20	30	2.200

Via Fogazzaro				
Punti luce da sostituire		Punti luce da installare		Riduzione
N.	Potenza assorbita (W)	N.	Potenza assorbita (W)	Potenza (W)
9	140	9	30	990

Via Ragonieri				
Punti luce da sostituire		Punti luce da installare		Riduzione
N.	Potenza assorbita (W)	N.	Potenza assorbita (W)	Potenza (W)
6	140	6	30	660

Via Manin				
Punti luce da sostituire		Punti luce da installare		Riduzione
N.	Potenza assorbita (W)	N.	Potenza assorbita (W)	Potenza (W)
12	140	12	30	1.320

Via Donizzetti				
Punti luce da sostituire		Punti luce da installare		Riduzione
N.	Potenza assorbita (W)	N.	Potenza assorbita (W)	Potenza (W)
25	140	25	30	2.750

Viale Ariosto				
Punti luce da sostituire		Punti luce da installare		Riduzione
N.	Potenza assorbita (W)	N.	Potenza assorbita (W)	Potenza (W)
54	140	54	30	5.940

L'intervento di sostituzione delle armature porterà in totale ad una diminuzione della potenza installata pari a 13,860 kW.

Considerando le perdite di rete, stimabili nell'ordine del 4% in un impianto di pubblica illuminazione, la riduzione di potenza complessiva diviene pari a 14,414 kW.

L'accensione degli impianti di pubblica illuminazione nel comune di Sesto Fiorentino è comandata tramite orologi astronomici e interruttori crepuscolari, che assicurano un funzionamento degli impianti per circa 4.300 ore annue sulla base delle effemeridi. In totale quindi, l'energia elettrica risparmiata grazie agli interventi di sostituzione dei corpi illuminanti, ammonterà a 61,980 MW all'anno.

4. DATI GENERALI DEGLI IMPIANTI

Si riportano di seguito i dati salienti degli impianti ove è prevista l'installazione dei regolatori di flusso.

Impianto SF01 – Via Petrosa – via Pasolini	
Potenza assorbita dall'impianto	35,235 kW
Tensione di alimentazione	400 V ac
Tipo di alimentazione	Trifase + n
Frequenza	50 Hz
Sistema di distribuzione del neutro	TT
Corrente di corto circuito max presunta	$I_{cc} \leq 16 \text{ kA}$

Impianto SF02 – Via di Rimaggio, 127	
Potenza assorbita dall'impianto	31,478 kW
Tensione di alimentazione	400 V ac
Tipo di alimentazione	Trifase + n
Frequenza	50 Hz
Sistema di distribuzione del neutro	TT
Corrente di corto circuito max presunta	$I_{cc} \leq 16 \text{ kA}$

Impianto SF03 – Via di Rimaggio, 208	
Potenza assorbita dall'impianto	34,852 kW
Tensione di alimentazione	400 V ac
Tipo di alimentazione	Trifase + n
Frequenza	50 Hz
Sistema di distribuzione del neutro	TT
Corrente di corto circuito max presunta	$I_{cc} \leq 16 \text{ kA}$

Impianto SF04 – 1° Maggio	
Potenza assorbita dall'impianto	21,947 kW
Tensione di alimentazione	400 V ac
Tipo di alimentazione	Trifase + n
Frequenza	50 Hz
Sistema di distribuzione del neutro	TT
Corrente di corto circuito max presunta	$I_{cc} \leq 16 \text{ kA}$

5. RISPONDENZA A NORME TECNICHE E LEGGI DI RIFERIMENTO

Gli impianti oggetto del presente lotto funzionale dovranno essere realizzati secondo le vigenti Leggi e Norme, nonché attenendosi alle disposizioni della presente specifica anche quando queste risultassero più restrittive di quelle previste dalle Norme e Leggi applicabili.

In particolare, per l'installazione dei regolatori di flusso e per la sostituzione delle lampade a vapori di mercurio in alta pressione con apparecchi a led, occorrerà osservare tutte le norme CEI applicabili, tra cui le seguenti riportate a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- CEI 17-5 - Apparecchiature a bassa tensione Parte 2: Interruttori automatici
- CEI 17-43 - Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS)
- CEI 20-22/2 - Prove di incendio su cavi elettrici
- CEI 23-103 - Prescrizioni generali per dispositivi di protezione a corrente differenziale
- CEI 22-15 - Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza
- CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- CEI 16-7 - Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei cavi
- CEI 17-13/2 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione)
- CEI 17-86 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Guida per la prova in condizioni d'arco dovuto a un guasto interno
- CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- CEI 23-67 - Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di canali con feritoie laterali per installazione all'interno di quadri elettrici

- CEI 70-1;V1 - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- CEI 62031 - Moduli led per illuminazione generale – Specifiche di sicurezza
- EN 62471 - Sicurezza fotobiologica delle lampade e sistemi di lampade
- CEI EN 61547 - Apparecchiature per illuminazione generale – prescrizioni di immunità EMC
- EN 50082-1 - Compatibilità elettromagnetica
- EN 61000-3-2 - Limiti per l'emissione di corrente armonica
- EN 61000-3-3 - Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione
- EN 61000-4-4 - Test di immunità ai transitori elettrici veloci
- EN 61000-4-5 - Prova di immunità ad impulso

Dovranno inoltre essere rispettate anche le seguenti normative:

- UNI 11248 Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche
- UNI 13201-2 (Settembre 2004) Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali
- UNI 10761 (Marzo 1998) Apparecchi di illuminazione – Misurazione dei dati fotometrici e presentazione dei risultati – Criteri generali;
- UNI 10819 (Marzo 1999) Luce ed illuminazione – Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
- IEC/TR 62471-2 Ed. 1 - Photobiological safety of lamp and lamp system – Part 2: Guidance on manufacturing requirement relating to no-laser optical radiation safety
- Codice della Strada (D. Lgs. 30/04/1992 n. 285 e s.m.i.) e relativo Regolamento di Attuazione (D.P.R. 16/12/1992 n.495 e s.m.i.)
- Legge regionale Toscana 39 del 24/02/2005

I materiali e gli apparecchi dovranno essere marcati CE; quelli per i quali è prevista la concessione del Marchio di Qualità dovranno essere muniti del contrassegno I.M.Q. o dell'equivalente marchio di omologazione del paese CEE di origine.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati dovranno essere adatti all'ambiente in cui sono installati e dovranno essere tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio; essi dovranno altresì rispondere alle caratteristiche nominali del circuito in cui verranno installati in termini di potenza, tensione, corrente massima assorbita e frequenza nominale.

Per tutti i materiali e gli apparecchi, la posa in opera è condizionata ad una preventiva approvazione da parte della Direzione dei Lavori.

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di esaminare eventuali campioni di materiali e apparecchi forniti, di sottoporli a prove per accertarne le caratteristiche, di richiedere delle modifiche dei medesimi per renderli più efficienti alla finalità di impiego; le spese relative agli accertamenti sopra citati, saranno a carico della Ditta Appaltatrice.

Nei disegni di progetto sono riportate le distribuzioni planimetriche delle apparecchiature degli impianti elettrici e le principali caratteristiche.

6. TIPOLOGIE DI MATERIALI E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE

6.1 Apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi dovranno rispondere a tutte le normative applicabili.

In ottemperanza alla Norma CEI 34-21 i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti e dotati completi di lampade ed ausiliari elettrici rifasati. Detti componenti dovranno essere conformi alle Norme CEI di riferimento.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori ed accenditori) della stessa casa costruttrice in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi.

Ogni apparecchio dovrà avere un portafusibile con fusibile da 6 A.

Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, ed in posizione che siano visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 - Marcatura della Norma CEI 34-21.

La rispondenza al complesso delle norme di cui sopra dovrà essere certificata con la consegna al Direttore dei Lavori della dichiarazione di conformità alle norme stesse rilasciata dal costruttore degli apparecchi di illuminazione, ai sensi dell'art. 7 della Legge 18 ottobre 1977 n. 791, oppure tramite l'accertamento dell'esistenza del Marchio di Conformità apposto sugli apparecchi stessi, ovvero dal rilascio dell'attestato di conformità ai sensi della Legge 791/77.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere del tipo “semi cut-off” secondo la classificazione della Commissione internazionale di illuminazione (C.I.E.).

Saranno impiegate armature con tecnologia led, tipo Philips City Spirit Cone Led BDS460 22XRE-Q5-350/CW TB-IO LED o similari della potenza di 30 W a 350 mA, con sorgente luminosa 22 x SMD LED – HP, flusso luminoso minimo 1.400 lm, alimentazione 220 – 240 Vac / 50 Hz, in classe di isolamento II, grado di protezione IP 67, ottica indiretta con riflettore superiore simmetrico, montaggio a testa-palo Ø 60 mm (60P) o Ø 76 mm (76P), temperatura operativa $-20\text{ }^{\circ}\text{C} < T < 35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Le armature saranno installate sui sostegni esistenti.

6.2 Quadro elettrico e apparecchi per la regolazione del flusso luminoso

Norme e documentazione di riferimento

Il quadro elettrico e i dispositivi in esso contenuti dovranno essere costruiti e collaudati in accordo alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrical Code) e tutti gli altri riferimenti normativi riportati nel capitolo 5 della presente relazione tecnica.

Caratteristiche tecniche

Il quadro deve essere realizzato per lavorare su reti trifase 380V+N (3x220V).

Le caratteristiche delle apparecchiature, dovranno essere conformi ai requisiti qui indicati, secondo le specifiche contenute nelle relative normative di prodotto applicabili.

In particolare tutti i quadri dovranno essere dotati di:

- Telaio autoportante in acciaio zincato completo di piastra/telaio per l'ancoraggio al basamento.
- Contenitore in vetroresina o poliestere con protezione IP44 o superiore
- Serratura di chiusura tipo cremonese con cilindro a chiave tipo conchiglia nr. 21
- Scaricatori di sovratensione in ingresso con almeno 40 kA di potere di scarica
- Interruttore generale quadripolare con bobina di sgancio
- Relè differenziale a riarmo automatico (3 tentativi) con due relè di intervento (apertura contattore e interruttore generale se il guasto persiste), regolazione a mezzo trimmer della corrente e del tempo di intervento, led di indicazione, pulsanti reset e test locali.
- Interruttore magnetotermico bipolare a protezione dei circuiti ausiliari
- Interruttore magnetotermico a protezione del controllore elettronico
- Selettore per il funzionamento automatico/manuale
- Interruttore orario di tipo astronomico per comando accensione e spegnimento con cambio automatico dell'ora legale
- Interruttori magnetotermici quadripolari sulle uscite regolate e non, con contatto ausiliario di segnalazione

- Modulo di telecontrollo Wit tipo CLIP-2Com oppure E@sy-I/O completo di apparecchio GSM
- Batteria tampone cablata con sezionatore bipolare e fusibile
- Finecorsa apertura porta

Caratteristiche funzionali

- Stabilizzazione e riduzione della tensione per singola fase con precisione mantenuta nel range $\pm 1\%$
- Impostazione delle tensioni di lavoro per singola fase
- Impostazione dei seguenti parametri, differenziati fase per fase: tensione di accensione, tensione a regime normale, tensione a regime ridotto, tempo di accensione, velocità rampa di salita, velocità rampa di discesa
- Impostazione dei cicli di lavoro differenziati per zone e per tipologie di lampade con possibilità di programmi personalizzati
- Lettura su display delle grandezze elettriche di ogni fase per tensione a monte, tensione a valle, corrente, potenza attiva, potenza reattiva, $\cos\phi$, ore di funzionamento nelle varie fasi di lavoro
- Disponibilità attraverso la porta seriale del controllore dei parametri elettrici letti correttamente con il protocollo Modbus compatibili con il modulo di telegestione Wit. In particolare: Tensione ingresso/uscita, corrente erogata, potenza attiva/apparente, $\cos\phi$, energia totale consumata, energia risparmiata
- Lettura degli stati delle uscite, del generale, del finecorsa sulla porta e delle fasi di funzionamento del regolatore

- Lettura, attraverso il modulo di telegestione, delle anomalie del controllore e delle ore di funzionamento nelle varie fasi di lavoro (totali, nominale, riduzione, bypass)
- Forzatura dell'accensione e spegnimento attraverso il telecontrollo (modulo Wit)

Sul fronte del quadro o all'interno dello stesso dovrà essere apposta una targa che riporti in maniera indelebile i seguenti dati:

- nome o marchio del costruttore
- tipo o altro mezzo di identificazione del quadro da parte del costruttore
- corrente nominale del quadro
- natura della corrente e frequenza
- tensione nominale di funzionamento
- grado di protezione

Altri parametri quali natura e frequenza della corrente, tensioni di isolamento, tensione nominale dei circuiti ausiliari, tenuta al corto circuito, misura di protezione delle persone, condizioni di servizio e grado di inquinamento, dovranno essere riportati nello schema elettrico.

Il regolatore deve essere marchiato CE con dichiarazione allegata.

Collaudo e documentazione finale

Il Costruttore, dopo aver collaudato e provato il quadro elettrico, in caso di verifiche con esito negativo, dovrà provvedere alla individuazione e rimozione dell'anomalia.

Il costruttore del quadro dovrà altresì fornire, debitamente compilata ed in triplice originale, la documentazione di cui in appresso:

- a) dichiarazione di conformità al D.M. 37/08 (anche se non rientra nell'ambito di applicazione);
- b) disegno del fronte quadro se gli ingombri fossero diversi da quanto ipotizzato in progetto;
- c) lo schema elettrico di potenza e funzionale "as-built".

7. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI

7.1 Contatti diretti

Armature a led

La protezione dai contatti diretti è garantita mediante l'isolamento di tutte le parti attive o il loro confinamento entro involucri. L'isolamento potrà essere rimosso solo mediante distruzione. Le armature impiegate avranno grado di protezione IP 67 o superiore.

Quadri con regolatori di flusso

Sono previste protezioni contro i contatti diretti del tipo a protezione totale mediante involucri e barriere che avranno caratteristiche tali da assicurare il grado di protezione minimo IPXXB. Le superfici orizzontali avranno grado di protezione minimo IPXXD. Le barriere di protezione potranno essere rimosse solo da personale addestrato, autorizzato, e mediante l'impiego di utensili. Dette protezioni rispettano le condizioni previste per la possibilità di rimozione indicate nella norma CEI 64-8 art. 412.2.4 (Protezione mediante involucri e barriere).

Per taluni circuiti la protezione sarà garantita da sorgenti di sicurezza (sistemi SELV o PELV) così come definiti dall'art. 411.1. della Norma CEI 64-8.

7.2 Contatti indiretti

Armature a led

Sono realizzate in classe II, assicurando di conseguenza la protezione dai contatti indiretti.

Quadri con regolatori di flusso e telecontrollo

La protezione contro i contatti indiretti sarà effettuata tramite utilizzando l'interruzione automatica dell'alimentazione che sarà garantita da dispositivi a corrente differenziale. A tale scopo saranno realizzati tutti i collegamenti equipotenziali e di terra previsti dalla normativa

vigente. Le masse simultaneamente accessibili saranno collegate al medesimo impianto di terra, i conduttori di terra ed equipotenziali verranno collegati a collettori di terra. In taluni casi potrà essere necessario ricorrere all'impiego di tensioni non pericolose (sistemi SELV o FELV).

Poiché il sistema elettrico è del tipo TT, dovrà essere rispettata la seguente condizione:

$$R_A \times I_a \leq 50 \text{ V}$$

Dove:

R_A è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;

I_a è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in ampere.

Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, I_a è la corrente nominale differenziale $I_{\Delta n}$.

Il valore di resistenza di terra dei due impianti ove verranno installati i regolatori di flusso è inferiore a 10 Ohm, da cui ne consegue che il valore di regolazione della corrente di intervento differenziale, deve risultare:

$$I_a \leq 50/10 \text{ A}$$

da cui:

$$I_a \leq 5 \text{ A}$$

Gli interruttori differenziali presenti nei quadri, di tipo regolabile in corrente e tempo di intervento, saranno tarati in modo da soddisfare questa condizione.

Per garantire la continuità di esercizio, ferma restando la sicurezza delle persone ed il rispetto della condizione sopra esposta, i quadri saranno dotati di un dispositivo protezione generale, del tipo differenziale con riarmo automatico (soltanto per scatti dovuti alla presenza di correnti di dispersione verso terra), che provvederà a ripristinare l'impianto per due volte a seguito di intervento, una volta trascorso un tempo impostato (previa verifica, prima del ripristino, che

non siano presenti correnti di dispersione sull'impianto); dopodiché, al terzo scatto, lo scollegherà definitivamente l'impianto.

7.3 Impianto di terra

Armature a led

Essendo realizzate in classe II, non saranno collegate all'impianto di terra.

Quadri con regolatori di flusso

I quadri dei regolatori di flusso saranno collegati agli impianti di terra attualmente presenti negli impianti ove verranno installati.

8. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI E LE SOVRATENSIONI

8.1 Protezione contro il sovraccarico ed il corto circuito

Armature a led

La sostituzione delle attuali armature con nuove a led comporterà una riduzione della potenza installata e quindi delle correnti in gioco. Non sarà quindi necessario procedere alla modifica dei conduttori e delle protezioni attualmente installate che già assicurano la protezione dell'impianto da sovraccarico e corto circuito. Il fusibile da 6 A posto all'ingresso dell'armatura, assicura la protezione da corto circuito al suo interno. La protezione contro il sovraccarico, pur non essendo necessaria in quanto gli utilizzatori non possono dar luogo a condizioni di sovraccarico, sarà assicurata dagli interruttori magnetotermici presenti nel quadro generale.

Quadri con regolatori di flusso

I dispositivi di protezione contro i sovraccarichi ed i corto circuito sono previsti all'inizio di ogni linea elettrica, in uscita dal quadro.

I dispositivi di protezione dovranno avere caratteristiche tali di funzionamento per il rispetto delle due condizioni seguenti:

a) $I_b \leq I_n \leq I_z$

b) $I_f \leq 1,45I_z$

Dove:

I_b = corrente di impiego del circuito

I_n = corrente nominale del dispositivo

I_z = portata in regime permanente della conduttura

I_f = corrente di intervento del dispositivo entro il tempo convenzionale in condizioni definite

Nelle previste condizioni d'uso dell'impianto, le relazioni a) e b) sopra citate, dovranno essere soddisfatte.

Tutti i dispositivi di protezione avranno potere di interruzione adeguato alla corrente di corto circuito presente nel punto di installazione, da rilevarsi al momento dell'esecuzione dei lavori e comunque tale da soddisfare quanto prescritto da CEI 64-8 art. 434.3.4 e art.435.

I dispositivi generale di protezione da sovracorrenti degli impianti e la definizione delle loro caratteristiche non sono oggetto del seguente intervento in quanto già presenti nell'impianto; l'installazione dei regolatori di flusso e, in due casi, dei quadri di comando, avverrà a valle di essi.

8.2 Protezione dalle sovratensioni

Armature a led

La sostituzione delle armature non rende necessaria la modifica delle attuali protezioni dalle sovratensioni.

Quadri con regolatori di flusso

Poiché è probabile l'introduzione di sovratensioni di origine esterna del tipo indiretto, si installeranno quadri con scaricatori di sovratensioni già presenti al loro interno con almeno 40 kA di potere di scarica.

9. SCELTE PROGETTUALI

Sostituzione armature

Gli apparecchi a led impiegati per la sostituzione delle armature a vapori di mercurio nei giardini pubblici, pur presentando un flusso luminoso inferiore agli apparecchi attualmente presenti, garantiscono una tonalità di luce bianca, con alta resa cromatica e indirizzano tutto il flusso luminoso emesso verso il terreno, evitando dispersioni verso l'alto. Il livello di illuminamento raggiunto, pur in mancanza di normativa tecnica specifica in materia, si ritiene sufficiente per garantire un corretto illuminamento dell'area a verde pubblico.

Quadri con riduttori di flusso

I regolatori di flusso saranno installati su quattro quadri della pubblica illuminazione. Su due di essi, di recente realizzazione ed in buono stato (via Petrosa – via Pasolini e via di Rimaggio, 208), sarà aggiunto un quadro elettrico, accanto all'esistente con la fornitura ENEL ed i dispositivi di comando, ove sarà alloggiato il regolatore di flusso. I restanti due quadri della pubblica illuminazione (via di Rimaggio, 127 e via 1° Maggio) sono datati come realizzazione

e non al passo con le attuali normative di sicurezza; si preferisce, in questi casi, procedere con la rimozione dei quadri elettrici esistenti e con l'installazione, al posto di ognuno di essi, di due nuovi quadri elettrici. Nel primo sarà alloggiata la fornitura ENEL e le protezioni generali, nell'altro il regolatore di flusso (ed eventualmente, se richiesto, un dispositivo per il telecontrollo dell'impianto).

La taglia prescelta per i regolatori di flusso è 50 kVA in quanto, sulla base delle potenze installate, per tre quadri su quattro non possono essere utilizzate taglie inferiori. Per il quadro di via 1° Maggio, per la potenza attualmente installata, potrebbe essere utilizzato anche un regolatore di flusso da 30 kVA, ma futuri ampliamenti dell'impianto già programmati ed in fase di realizzazione, nonché l'opportunità di lasciare una certa quota di potenza libera per ulteriori futuri ampliamenti, fanno propendere anche in questo caso per la scelta di un regolatore di flusso da 50 kVA.

Inoltre, la standardizzazione delle taglie permette di:

- agevolare la manutenzione;
- ridurre le scorte di magazzino per i componenti di ricambio.

10. COSTI INTERVENTO E BENEFICI AMBIENTALI ATTESI

Si riporta di seguito il calcolo del Risparmio Lordo di energia primaria espressa in tonnellate di petrolio equivalente (tep) conseguibile a seguito degli interventi di risparmio energetico previsti nel lotto funzionale n. 1. Tale calcolo viene effettuato utilizzando il fattore di conversione tra kWh e tonnellate equivalenti di petrolio riportato nella delibera EEN 3/08 dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas (A.E.E.G.), pari a $0,187 \times 10^{-3}$ tep/kWh. .

Installazione di regolatori di flusso

Impianto		Risparmio annuo energia elettrica	
		MWh	tep
SF01	Via di Rimaggio, 127	34,815	6,510
SF02	Via di Rimaggio, 208	38,546	7,208
SF03	Via 1° Maggio	24,273	4,539
TOTALE		97,634	18,257

In seguito all'installazione dei regolatori di flusso si avrà quindi in totale un risparmio lordo di energia primaria conseguibile pari a:

$$RL_{\text{INSTALLAZIONE REGOLATORI DI FLUSSO}} = 18,257 \text{ tep/anno}$$

Sostituzione lampade a vapori di mercurio con lampade a led nei giardini pubblici

Nella seguente tabella riassuntiva, viene calcolato il risparmio lordo di energia primaria (RL) totale e per le sostituzioni delle armature:

Riduzione della potenza installata	P_r	13,860 kW
Perdite di linea (4% della potenza installata)	P_l	0,554 kW
Riduzione totale potenza	P_t	14,414 kW
Ore annue di funzionamento degli impianti		4.300 Ore
Energia elettrica risparmiata in un anno	E_r	61,980 MWh
Risparmio Lordo annuo (RL) di energia primaria	RL	11,590 tep/anno

L'intervento di sostituzione di lampade a vapori di mercurio in alta pressione nei giardini pubblici con lampade a led, permette un risparmio lordo di energia primaria annuo valutabile in:

$$RL_{\text{INTERVENTO SOSTITUZIONE LAMPADE}} = 11,590 \text{ tep/anno}$$

Il lotto funzionale n. 1, nel suo complesso, sostituzione delle lampade a vapori di mercurio con lampade a vapori di sodio e installazione di regolatori di flusso luminoso e

dispositivi per il telecontrollo, porta ad un risparmio lordo di energia primaria annuo valutabile in:

$$RL_{L.F. N.1} = RL_{REGOLATORI DI FLUSSO} + RL_{SOSTITUZIONE LAMPADE} = 18,257 + 11,590 = 29,847 \text{ tep / anno}$$

Di seguito si riporta il riepilogo dei costi previsti per la realizzazione degli interventi e dei benefici, in termini di risparmio energetico, conseguibili per il presente lotto funzionale:

Tipologia di intervento	Risparmio lordo annuo energia primaria (tep)	Spesa prevista (€)
Sostituzione lampade	11,590	74.657,52
Regolatori di flusso	18,257	31.236,00
Oneri per la sicurezza		1.132,42
Quota parte progettazione		2.426,73
Incentivo art. 92 D. Lgs. 163/2006		2.140,52
TOTALE RISPARMIO ENERGETICO ANNUO STIMATO (tep)		29,847
COSTO INTERVENTI AL NETTO IVA		111.593,19

Il preventivo di spesa degli interventi da effettuare ammonta complessivamente ad € 111.593,19; conseguentemente si ottiene un rapporto costi – benefici, inteso come il costo in € necessario a risparmiare un tep all’anno di energia primaria, pari a:

$$\frac{INVESTIMENTO}{RISPARMIO ENERGETICO} = \frac{111.593,19}{29,847} = 3.738,84 \frac{€}{tep}$$

Riduzione delle emissioni nocive in atmosfera

Come sopra evidenziato, gli interventi proposti nel presente lotto funzionale, diminuendo il consumo di energia elettrica, permettono di ridurre il fabbisogno di energia primaria necessaria per generarla e conseguentemente le immissioni in atmosfera di gas serra e gas nocivi.

Nella seguente tabella, prendendo come base il fattore di conversione tra kWh e tep di cui alla delibera ENN 3/08 dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas, sono riportate le stime sulle emissioni di gas serra e gas nocivi in atmosfera evitate in seguito all'intervento oggetto del presente lotto funzionale.

Intervento	Energia risparmiata (tep/anno)	Energia risparmiata (MWh/anno)	CO ₂ evitata (kg/anno)	SO ₂ evitata (kg/anno)	NO ₂ evitato (kg/anno)
Sostituzione lampade	11,590	61,980	43.386	86	155
Regolatori di flusso	18,257	97,634	68.344	137	244
Totale interventi	29,847	159,614	111.730	223	399

In particolare si precisa che il calcolo della quantità di emissione in atmosfera evitata di anidride carbonica in seguito all'intervento previsto nel presente lotto funzionale, pari a:

$$EMISSIONE\ CO_2\ EVITATA = 111,730\ \text{tonnellate}\ CO_2 / \text{anno}$$

è stato ottenuto facendo riferimento al fattore di conversione previsto nel Libro Bianco per la Valorizzazione delle Energie Rinnovabili, approvato dal C.I.P.E. in data 06/08/1999.

11. PIANO DI MANUTENZIONE

11.1 Premessa

La corretta manutenzione degli impianti è fondamentale per garantire la sicurezza ed il corretto funzionamento degli stessi e, nel caso dei corpi illuminanti, per mantenere nel tempo i parametri illuminotecnici di progetto.

La manutenzione deve essere eseguita sia per ovviare ad inconvenienti improvvisi, sia in modo programmato, per prevenire inconvenienti e pericoli.

11.2 Manutenzione dei corpi illuminanti

Per il calcolo del livello mantenuto dei parametri illuminotecnici è stato imposto un coefficiente di manutenzione pari a 0,8. Tale scelta appare appropriata in base all'assenza, in quantità rilevanti, di agenti inquinanti in grado di ridurre significativamente il flusso emesso dal corpo illuminante e in base alla bassa perdita di efficienza delle lampade a led nel corso del loro ciclo di vita.

Le lampade a led utilizzate per l'illuminazione dei giardini hanno una durata media molto elevata (oltre 50.000 ore), comunque variabile in relazione a vari parametri quali il numero di accensioni, la temperatura esterna, la stabilità della tensione di alimentazione, ecc.; considerando che i corpi illuminanti rimarranno accese per circa 4.300 ore/anno, si stima una vita media di oltre dieci anni. Ovviamente, parlando di vita media, alcune lampade potranno guastarsi prima e quindi occorre, periodicamente, verificare il funzionamento dei corpi illuminanti e procedere alla sostituzione di quelli guasti. Gli apparecchi a led, come in generale tutti quelli con circuiti elettronici, presentano un tasso di guasto maggiore nei primi mesi di vita (mortalità infantile), per poi assestarsi e rimanere costante per lungo tempo; è quindi consigliabile, dopo i primi mesi di funzionamento, effettuare un'ispezione per accertarsi di eventuali guasti o malfunzionamenti degli apparecchi.

In generale gli interventi di manutenzione ordinaria dovranno essere inseriti nel programma di gestione dei vari impianti di illuminazione pubblica del Comune con visite annuali ordinarie (indagini a vista) e con interventi più in particolare di sostituzione delle lampade.

11.3 Manutenzione programmata dei quadri con i regolatori di flusso

Come per l'illuminazione si consiglia una visita annuale per controllare:

- a) il corretto grado di protezione dei quadri elettrici e di tutte le apparecchiature, quindi il buono stato di barriere e involucri nei riguardi della protezione contro i contatti diretti;

- b) la funzionalità degli interruttori con relè differenziale presenti con prove di funzionamento.

LOTTO FUNZIONALE N. 2

12. SOSTITUZIONE DELLE LANTERNE SEMAFORICHE

Attualmente in quasi tutti gli impianti semaforici presenti nel territorio comunale di Sesto Fiorentino (sia veicolari che pedonali) sono presenti lanterne contenenti lampade ad incandescenza di 60 W di potenza (100 in alcuni casi per la luce rossa). La recente normativa europea ha previsto la progressiva messa al bando di tutte le lampade ad incandescenza, a partire da quelle di potenza maggiore (già fuori commercio), in quanto la loro efficienza luminosa risulta molto bassa. Occorre quindi provvedere, da qui a breve tempo, alla sostituzione dell'attuale tecnologia delle lampade impiegate nei semafori. La scelta, tra quelle disponibili, è ricaduta sulle lampade a tecnologia a led in quanto hanno un'efficienza luminosa superiore alle altre ed inoltre non presentano ritardi all'accensione (aspetto fondamentale nei semafori, che comporta l'esclusione delle lampade a scarica) ed hanno una vita media molto lunga (oltre le 50.000 ore di funzionamento).

Nel presente progetto è prevista la sostituzione di tutte le lanterne semaforiche con lampade ad incandescenza presenti nel territorio comunale di Sesto Fiorentino, con lanterne semaforiche contenenti lampade con tecnologia a led.

Si è preferito optare, al posto della sola sostituzione della tecnologia delle lampade, per il rinnovo completo delle lanterne semaforiche, per i seguenti motivi:

- in ossequio al Codice della Strada e al suo Regolamento di Attuazione è previsto che le lanterne semaforiche rispondano a determinate caratteristiche e la luce emessa deve rispettare precisi parametri stabiliti dalla legge; la sostituzione delle sole lampade, mantenendo le attuali lanterne, non avrebbe garantito il rispetto di detti parametri;
- il maggior costo dell'intervento è costituito dall'acquisto delle lampade a led, mentre il costo delle lanterne semaforiche prive di lampade, incide per una aliquota inferiore al 10% nell'insieme lanterna – lampade;

- le lanterne attualmente presenti nei semafori sono spesso datate ed in alcuni casi hanno perso le caratteristiche originarie, soprattutto in termini di isolamento alla penetrazione di corpi solidi e liquidi e di trasparenza delle lenti esterne, con conseguente diminuzione della luce emessa.

Nell'intervento è previsto l'impiego di lampade a led di potenza pari a 9 W per tutti i tipi di lanterne, in luogo delle attuali ad incandescenza da 60 o 100 W.

Si fa presente che la riduzione delle potenze impiegate, su alcuni impianti, potrebbe causare dei problemi di funzionamento dei circuiti di comando del semaforo, in quanto questi erano stati progettati per pilotare correnti molto superiori rispetto a quelle che si avranno con l'installazione delle nuove lanterne. Potrebbe quindi essere necessario, ma questo sarà possibile valutarlo solo a posteriori, apportare modifiche ai circuiti di comando del semaforo.

Attualmente sono presenti quattro tipologie di terne semaforiche: veicolari basse, composte da tre lampade (rosso, giallo e verde di potenza 60 W), veicolari basse con rosso maggiorato, composte da tre lampade (verde e giallo di potenza 60 W e rosso di potenza 100 W), veicolari alte, composte da tre lampade (rosso, giallo e verde di potenza 60 W), veicolari alte con rosso maggiorato, composte da tre lampade (verde e giallo di potenza 60 W e rosso di potenza 100 W) e pedonali, composte da tre lampade (rosso, giallo e verde di potenza 60 W). Ogni terna semaforica funziona per 24 ore al giorno, di cui 18 (dalle 06:00 alle 24:00) normalmente, e 6 (dalle 00:00 alle 06:00) con giallo lampeggiante. In ogni terna si ha quindi per 16 ore una lampada sempre accesa (alternativamente verde, giallo o rosso) e per 6 ore una lampada accesa ad intermittenza (il giallo lampeggiante, funzionante quindi tre ore su sei). Quindi, sempre per ogni terna, una lampada risulta accesa per 21 ore su ventiquattro e conseguentemente il consumo di energia elettrica risulterà pari a:

$$\text{Consumo energia elettrica per terna al giorno} = 60 \times 18 + (60 \times 6) / 2 = 1,26 \text{ kWh}$$

In un anno quindi il consumo sarà pari a:

$$\text{Consumo energia elettrica per terna all'anno} = 1,26 \times 365 = 459,9 \text{ kWh}$$

Per le terne con rosso maggiorato, considerando che, nella media dell'impianto semaforico la luce rossa rimane accesa per un tempo pari alla somma dei tempi in cui sono accese le lampade verde e gialla:

$$\begin{aligned} \text{Consumo energia elettrica per terna con rosso maggiorato al giorno} &= \\ &= (100 \times 18) / 2 + (60 \times 18) / 2 + (60 \times 6) / 2 = 1,62 \text{ kWh} \end{aligned}$$

In un anno quindi il consumo sarà pari a:

$$\begin{aligned} \text{Consumo energia elettrica per terna con rosso maggiorato all'anno} &= \\ &= 1,62 \times 365 = 591,3 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Con le nuove lanterne con tecnologia a led che saranno installate, per ogni terna (con o senza rosso maggiorato), con tutte le lampade a led di potenza 9 W, avremo un consumo giornaliero pari a:

$$\text{Consumo energia elettrica per terna al giorno} = 9 \times 18 + (9 \times 6) / 2 = 0,189 \text{ kWh}$$

In un anno quindi il consumo sarà pari a:

$$\text{Consumo energia elettrica per terna all'anno} = 0,189 \times 365 = 68,985 \text{ kWh}$$

In totale per ogni terna senza rosso maggiorato avremo quindi un risparmio di energia elettrica all'anno pari a:

$$\text{Risparmio energia elettrica per terna all'anno} = 591,3 - 68,985 = 522,315 \text{ kWh}$$

Per le terne con rosso maggiorato, il risparmio di energia elettrica all'anno sarà pari a:

$$\begin{aligned} \text{Risparmio energia elettrica per terna con rosso maggiorato all'anno} &= \\ &= 591,3 - 68,985 = 522,315 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Nelle seguenti tabelle sono riportati in dettaglio, impianto per impianto, il numero e la tipologia delle lanterne e delle lampade che saranno sostituite, con il calcolo della riduzione di potenza determinata dalle sostituzioni.

Impianto S056	Via del Termine	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	0	0,000
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	3	1.566,945
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	1	522,315
Terne pedonali	0	0,000
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		2.089,260

Impianto S053	Via Cafiero - Querceto	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	3	1.172,745
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	0	0,000
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne pedonali	8	3.127,320
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		5.344,695

Impianto S052	Via 1° Maggio – Cafiero - Cavour	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	0	0,000
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	4	2.089,260
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	5	2.611,575
Terne pedonali	7	2.736,405
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		7.437,240

Impianto S051	Via 1° Maggio – 25 Aprile	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	2	781,830
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne pedonali	6	2.345,490
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		5.216,580

Impianto S050	Via Gramsci – Esselunga - Leoncavallo	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	5	1.954,575
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	0	0,000
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	3	1.566,945
Terne pedonali	5	1.954,575
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		5.476,095

Impianto S049	Via 1° Maggio – Manin	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	0	0,000
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne pedonali	2	781,830
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		2.871,090

Impianto S048	Via Gramsci - Puccini	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	2	781,830
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	0	0,000
Terne pedonali	4	1.563,660
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		3.390,120

Impianto S047	Via Gramsci – della Gora	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	2	781,830
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne pedonali	6	2.345,490
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		5.216,580

Impianto S046	Via Gramsci - Sassaiola	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	3	1.172,745
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	4	2.089,260
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne pedonali	4	1.563,660
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		5.870,295

Impianto S045	Via Gramsci – Monteverdi	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	2	781,830
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	1	522,315
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne pedonali	4	1.563,660
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		3.912,435

Impianto S044	Via Gramsci – Ragionieri	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	0	0,000
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne pedonali	2	781,830
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		2.871,090

Impianto S004	Via Mazzini - Ferraris	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	0	0,000
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	4	2.089,260
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne pedonali	8	3.127,320
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		6.261,210

Impianto S043	Via Giusti – Machiavelli	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	0	0,000
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	6	3.133,890
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne pedonali	8	3.127,320
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		7.305,840

Impianto S042	Via Giusti – dei Mille	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	0	0,000
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	6	3.133,890
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne pedonali	6	2.345,490
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		6.524,010

Impianto S041	Via Pratese – Di Vittorio - Foscolo	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	2	781,830
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	4	2.089,260
Terne pedonali	8	3.127,320
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		7.043,040

Impianto S040	Via Pratese – Scopino - Monti	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	2	781,830
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne pedonali	6	2.345,490
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		5.216,580

Impianto S039	Via Pratese – Bagnolet - Oriani	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	4	1.563,660
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	1	522,315
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	3	1.566,945
Terne pedonali	7	2.736,405
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		6.389,325

Impianto S038	Via dell'Olmo – di Calenzano	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	6	2.345,490
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	0	0,000
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	1	522,315
Terne pedonali	8	3.127,320
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		5.995,125

Impianto S037	Via Donatello – Michelangelo	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	2	781,830
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	3	1.566,945
Terne pedonali	8	3.127,320
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		6.520,725

Impianto S036	Via Matteotti – Don Minzoni	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	2	781,830
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	4	2.089,260
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	0	0,000
Terne pedonali	8	3.127,320
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		5.998,410

Impianto S035	Via 1° Settembre – della Repubblica	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	0	0,000
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	3	1.566,945
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne pedonali	6	2.345,490
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)	4.957,065	

Impianto S034	Via Di Vittorio – di Calenzano	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	0	0,000
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	4	2.089,260
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	4	2.089,260
Terne pedonali	10	3.909,150
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)	8.087,670	

Impianto S033	Via Pisa - Scarpettini	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	0	0,000
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	4	2.089,260
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	3	1.566,945
Terne pedonali	10	3.909,150
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)	7.565,355	

Impianto S032	Via Gramsci – Ferraris	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	3	1.172,745
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	3	1.566,945
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	0	0,000
Terne pedonali	8	3.127,320
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)	5.867,010	

Impianto S031	Via Gramsci – Repubblica - Machiavelli	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	5	1.954,575
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	0	0,000
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne pedonali	4	1.563,660
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		4.562,865

Impianto S057	Via Togliatti	
Tipologia di terna	N.	Energia annua risparmiata (kWh)
Terne veicolari basse	0	0,000
Terne veicolari basse con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne veicolari alte	0	0,000
Terne veicolari alte con rosso maggiorato	2	1.044,630
Terne pedonali	2	781,830
Totale energia elettrica risparmiata in un anno (kWh)		2.871,090

In totale quindi l'intervento di sostituzione delle attuali lanterne semaforiche con nuove a tecnologia led, produrrà un risparmio complessivo annuo di energia elettrica pari a 140,861 MWh. Considerando le perdite di rete, stimate nell'ordine del 3%, il risparmio complessivo annuo di energia elettrica sarà pari a 145,087 MWh.

13. RISPONDENZA A NORME TECNICHE E LEGGI DI RIFERIMENTO

Gli impianti oggetto del presente lotto funzionale dovranno essere realizzati secondo le vigenti Leggi e Norme, nonché attenendosi alle disposizioni della presente specifica anche quando queste risultassero più restrittive di quelle previste dalle Norme e Leggi applicabili.

In particolare, per l'installazione delle lanterne semaforiche occorrerà osservare, tutte le norme CEI applicabili, tra cui le seguenti riportate a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- CEI 20-22/2 - Prove di incendio su cavi elettrici
- CEI 22-15 - Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza

- CEI 16-7 - Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei cavi
- CEI 70-1;V1 - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- CEI 62031 - Moduli led per illuminazione generale – Specifiche di sicurezza
- EN 62471 - Sicurezza fotobiologica delle lampade e sistemi di lampade
- IEC/TR 62471-2 Ed. 1 - Photobiological safety of lamp and lamp system – Part 2: Guidance on manufacturing requirement relating to no-laser optical radiation safety
- CEI EN 61547 - Apparecchiature per illuminazione generale – prescrizioni di immunità EMC
- EN 50082-1 - Compatibilità elettromagnetica
- EN 61000-3-2 - Limiti per l'emissione di corrente armonica
- EN 61000-3-3 - Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione
- EN 61000-4-4 - Test di immunità ai transitori elettrici veloci
- EN 61000-4-5 - Prova di immunità ad impulso

Dovranno inoltre essere rispettate anche le seguenti normative:

- UNI EN 12368/2006 – Attrezzatura per il controllo del traffico – Lanterne semaforiche
- Codice della Strada (D. Lgs. 30/04/1992 n. 285 e s.m.i.) e relativo Regolamento di Attuazione (D.P.R. 16/12/1992 n.495 e s.m.i.)

I materiali e gli apparecchi dovranno essere marcati CE; quelli per i quali è prevista la concessione del Marchio di Qualità dovranno essere muniti del contrassegno I.M.Q. o dell'equivalente marchio di omologazione del paese CEE di origine.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati dovranno essere adatti all'ambiente in cui sono installati e dovranno essere tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio; essi dovranno altresì

rispondere alle caratteristiche nominali del circuito in cui verranno installati in termini di potenza, tensione, corrente massima assorbita e frequenza nominale.

Per tutti i materiali e gli apparecchi, la posa in opera è condizionata ad una preventiva approvazione da parte della Direzione dei Lavori.

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di esaminare eventuali campioni di materiali e apparecchi forniti, di sottoporli a prove per accertarne le caratteristiche, di richiedere delle modifiche dei medesimi per renderli più efficienti alla finalità di impiego; le spese relative agli accertamenti sopra citati, saranno a carico della Ditta Appaltatrice.

Nei disegni di progetto sono riportate le distribuzioni planimetriche delle lanterne semaforiche e le principali caratteristiche.

14. TIPOLOGIE DELLE LANTERNE SEMAFORICHE E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE

Le lanterne semaforiche dovranno rispettare le seguenti caratteristiche:

Materiali

Policarbonato di elevata resistenza meccanica, colorato in pasta all'origine stabilizzato UV, autoestinguente.

Caratteristiche costruttive

Modulare ad elementi componibili Ø 210 mm e 300 mm.

Dimensioni standardizzate e completamente intercambiabili con le lanterne maggiormente diffuse. Sportelli ad innesto rapido con due parti di chiusura a rotazione di 90°; lente semaforica stampata nello stesso. Visiera parasole ad innesto rapido con inserti a rotazione differenziata anticaduta accidentale. La visiera deve poter essere fissata per l'utilizzo del semaforo in posizione verticale ed anche orizzontale. Attacchi per supporti modulari a palo Ø

102 mm superiori ed inferiori uguali dotati di sistema antirotazione ed utilizzabili con i supporti maggiormente diffusi.

Modulo a led

Modulo semaforico con ¾ LED ad alta luminosità in ottica monoblocco IP65 composta da driver elettronico di alimentazione e sistema di diffusione con doppia lente: lente principale di Fresnel per ampliamento del fascio luminoso e lente esterna per stabilizzare l'ottica in pasta colorata. La lente esterna del modulo led deve essere stampata congiuntamente allo sportello semaforico e il modulo si deve avvitare ad incastro su questo, rendendo semplice e veloce la manutenzione e l'inserimento di eventuali maschere direzionali. maschere in materiale plastico con sistema di fissaggio antirotazione tra le due lenti.

Caratteristiche tecniche

Alimentazione	230 Vac \pm 15% - 50 Hz
Potenza assorbita	Led tipo High Flux Luxeon Lumileds o similari con un consumo tipico inferiore a 9 W
Intensità luminosa	Tipica > 300 cd
Temperatura di esercizio	Classe A, B, C: range da -40 °C a 60 °C
Collegamento	4 conduttori N07V-K sez. 1,5 mmq colore azzurro = neutro colore marrone = luce rossa colore grigio = luce gialla colore nero = luce verde
EMC	In accordo con EN50293 classe B
Classe di isolamento	Classe II

Classi e livelli di prestazione delle lanterne semaforiche

	Lanterna diametro 200 mm	Lanterna diametro 300 mm
Resistenza all'impatto	Classe IR3	Classe IR3
Grado di protezione	Classe IV, IP55	Classe IV, IP55

Classe ambientale	A, B, C: da -40 °C a 60 °C	A, B, C: da -40 °C a 60 °C
Intensità luminosa	Rosso livello 3/2; giallo, verde e bianco livello 2/2	Rosso, giallo e verde livello 3/2
Distribuzione intensità luminosa	Tipo W	Tipo W
Classe di livello prestazionale	Rosso B3/2, giallo, verde e bianco A2/1 – B2/2	Rosso, giallo e verde B3/2
Uniformità di luminanza	$L_{\min} / L_{\max} \geq 1:10$	$L_{\min} / L_{\max} \geq 1:10$
Massimo effetto Phantom	Rosso e verde classe 5 Giallo classe 4 Bianco classe 3	Rosso e verde classe 5 Giallo classe 4
Segnale luminoso con simbolo	Classe S1	Classe S1
Superficie di contrasto	Classe C1	Classe C1

La lanterna semaforica e i corpi illuminanti a led dovranno essere garantiti per almeno tre anni.

15. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI

15.1 Contatti diretti

La protezione dai contatti diretti delle lanterne semaforiche a led è garantita mediante l'isolamento di tutte le parti attive o il loro confinamento entro involucri. L'isolamento potrà essere rimosso solo mediante distruzione. Le armature impiegate avranno grado di protezione IP 55 o superiore.

15.2 Contatti indiretti

Le lanterne semaforiche a led che verranno installate sono realizzate in classe II, assicurando di conseguenza la protezione dai contatti indiretti.

15.3 Impianto di terra

Le lanterne semaforiche, essendo realizzate in classe II, non saranno collegate all'impianto di terra.

16. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI E LE SOVRATENSIONI

16.1 Protezione contro il sovraccarico ed il corto circuito

La sostituzione delle attuali lanterne a led comporterà una riduzione della potenza installata e quindi delle correnti in gioco. Non sarà quindi necessario procedere alla modifica dei conduttori e delle protezioni attualmente installate che già assicurano la protezione dell'impianto da sovraccarico e corto circuito.

16.2 Protezione dalle sovratensioni

La sostituzione delle lanterne a led non rende necessaria la modifica delle attuali protezioni dalle sovratensioni.

17. SCELTE PROGETTUALI

Le lanterne semaforiche impiegate sono del tipo con lampade a led, ognuna delle quali assorbe una potenza paria a circa 9 W. Tali lampade andranno a sostituire le attuali ad incandescenza, sia quelle da 60 W, che quelle da 100 W (rosso maggiorato), in quanto il flusso luminoso emesso dalla tipologia a led risulta maggiore di quello emesso da entrambe le tipologie ad incandescenza.

La tipologia a led è stata prescelta, anche se il costo di installazione risulta maggiore rispetto a soluzioni analoghe con altre tecnologie di lampada non ad incandescenza, in quanto garantisce una maggiore durata della lampada ed un minor consumo di energia elettrica. Inoltre, sperimentazioni effettuate negli anni passati nel comune di Sesto Fiorentino di lampade alternative a quelle ad incandescenza, appositamente realizzate per lanterne semaforiche, non hanno raggiunto i risultati sperati in termini di durata della lampada.

18. COSTI INTERVENTO E BENEFICI AMBIENTALI ATTESI

Si riporta di seguito il calcolo del Risparmio Lordo di energia primaria espressa in tonnellate di petrolio equivalente (tep) conseguibile a seguito degli interventi di risparmio energetico previsti nel lotto funzionale n. 2. Tale calcolo viene effettuato utilizzando il fattore di conversione tra kWh e tonnellate equivalenti di petrolio riportato nella delibera EEN 3/08 dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas (A.E.E.G.), pari a $0,187 \times 10^{-3}$ tep/kWh.

Cod.	Impianto semaforico	Risparmio annuo energia elettrica	
		kWh	tep
S056	Via del Termine	2.089,260	0,391
S053	Via Cafiero - Querceto	5.344,695	0,999
S052	Via 1° Maggio – Cavour – Cafiero	7.437,240	1,391
S051	Via 1° Maggio – 25 Aprile	5.216,580	0,976
S050	Via Gramsci – Esselunga - Leoncavallo	5.476,095	1,024
S049	Via 1° Maggio – Manin	2.871,090	0,537
S048	Via Gramsci – Puccini	3.390,120	0,634
S047	Via Gramsci – della Gora	5.216,580	0,976
S046	Via Gramsci – Sassaiola	5.870,295	1,098
S045	Via Gramsci – Monteverdi	3.912,435	0,732
S044	Via Gramsci – Ragionieri	2.871,090	0,537
S004	Via Mazzini – Ferraris	6.261,210	1,171
S043	Via Giusti – Machiavelli	7.305,840	1,366
S042	Via Giusti – dei Mille	6.524,010	1,220

S041	Via Pratese – Di Vittorio – Foscolo	7043,040	1,317
S040	Via Pratese – Scopino – Monti	5.216,580	0,976
S039	Via Pratese – Bagnolet - Oriani	6.389,325	1,195
S038	Via dell’Olmo – Calenzano – del Campo Sportivo	5.995,125	1,121
S037	Via Donatello – Michelangelo	6.250,725	1,219
S036	Via Matteotti – Don Minzoni	5.998,410	1,122
S035	Via 1° Settembre – della Repubblica	4.957,065	0,927
S034	Via Di Vittorio – di Calenzano	8.087,670	1,512
S033	Via Pisa – Scarpellini	7.565,355	1,415
S032	Via Gramsci – Ferraris	5.867,010	1,097
S031	Via Gramsci – Repubblica – Machiavelli	4.562,865	0,853
S057	Via Togliatti	2.871,090	0,537
	TOTALE	140.860,800	26,341

Considerate le perdite di rete (valutabili nel 3%), il Risparmio Lordo di Energia Primaria annuo è pari a:

$$RL_{\text{SOSTITUZIONE LANTERNE SEMAFORICHE}} = 27,131 \text{ tep / anno}$$

Di seguito si riporta il riepilogo dei costi previsti per la realizzazione degli interventi e dei benefici, in termini di risparmio energetico, conseguibili:

Tipologia di intervento	Risparmio lordo annuo energia primaria (tep)	Spesa prevista (€)
Sostituzione lanterne semaforiche	27,131	112.135,00
Oneri per la sicurezza		1.354,16
Progettazione		2.573,27
Incentivo art. 92 D. Lgs. 163/2006		2.269,78
TOTALE RISPARMIO ENERGETICO ANNUO STIMATO (tep)	27,131	
COSTO INTERVENTI AL NETTO IVA		118.332,21

Il preventivo di spesa degli interventi da effettuare ammonta complessivamente ad € 118.332,21; conseguentemente si ottiene un rapporto costi – benefici, inteso come il costo in € necessario a risparmiare un tep all’anno di energia primaria, pari a:

$$\frac{INVESTIMENTO}{RISPARMIO ENERGETICO} = \frac{118.332,21}{27,131} = 4.361,51 \frac{\text{€}}{\text{tep}}$$

Riduzione delle emissioni nocive in atmosfera

Come sopra evidenziato, gli interventi proposti nel presente lotto funzionale, diminuendo il consumo di energia elettrica, permettono di ridurre il fabbisogno di energia primaria necessaria per generarla e conseguentemente le immissioni in atmosfera di gas serra e gas nocivi.

Nella seguente tabella, prendendo come base il fattore di conversione tra kWh e tep di cui alla delibera ENN 3/08 dell’Autorità per l’Energia Elettrica ed il Gas, sono riportate le stime sulle emissioni di gas serra e gas nocivi in atmosfera evitate in seguito all’intervento oggetto del presente lotto funzionale.

Intervento	Energia risparmiata (tep/anno)	Energia risparmiata (MWh/anno)	CO ₂ evitata (kg/anno)	SO ₂ evitata (kg/anno)	NO ₂ evitato (kg/anno)
Lanterne semaforiche	27,131	140,861	98.603	201	362

In particolare si precisa che il calcolo della quantità di emissione in atmosfera evitata di anidride carbonica in seguito all’intervento previsto nel presente lotto funzionale, pari a:

$$EMISSIONE CO_2 EVITATA = 98,603 \text{ tonnellate } CO_2 / \text{anno}$$

è stato ottenuto facendo riferimento al fattore di conversione previsto nel Libro Bianco per la Valorizzazione delle Energie Rinnovabili, approvato dal C.I.P.E. in data 06/08/1999.

19. PIANO DI MANUTENZIONE

La corretta manutenzione delle lanterne semaforiche risulta di primaria importanza per garantire il corretto funzionamento delle stesse ed il rispetto dei parametri di legge con particolare riguardo alle caratteristiche ed all'intensità della luce emessa, al fine di evitare malfunzionamenti o comunque emissione di luce con caratteristiche difformi da quanto previsto, generando situazioni di pericolo per gli utenti della strada.

La manutenzione deve essere eseguita sia per ovviare ad inconvenienti improvvisi, sia in modo programmato, per prevenire inconvenienti e pericoli.

Le lampade a led utilizzate all'interno delle lanterne semaforiche e i loro dispositivi di comando hanno una durata media molto elevata (oltre 50.000 ore), comunque variabile in relazione a vari parametri quali il numero di accensioni, la temperatura esterna, la stabilità della tensione di alimentazione, le vibrazioni causate dal traffico veicolare, la presenza e concentrazione di agenti inquinanti, ecc.; considerando che in media (ad eccezione della luce gialla) le lampade rimarranno accese per circa 4.380 ore/anno, si stima una vita media di oltre dieci anni. Ovviamente, parlando di vita media, alcune lampade potranno guastarsi prima e quindi occorre, periodicamente, verificarne il funzionamento dei corpi illuminanti e procedere alla sostituzione di quelli guasti. Gli apparecchi a led, come in generale tutti quelli con circuiti elettronici, presentano un tasso di guasto maggiore nei primi mesi di vita (mortalità infantile), per poi assestarsi e rimanere costante per lungo tempo; è quindi consigliabile, dopo i primi mesi di funzionamento, effettuare un'ispezione per accertarsi di eventuali guasti o malfunzionamenti degli apparecchi. Si ritiene comunque, vista l'importanza che riveste per la sicurezza degli utenti della strada il corretto funzionamento dei semafori, che un qualunque guasto ad una lampada debba essere prontamente affrontato in modo da ripristinare il corretto funzionamento del semaforo nel più breve tempo possibile.

Un aspetto fondamentale, nella sicurezza degli utenti della strada, è la riconoscibilità dell'accensione delle lanterne semaforiche. La tecnologia impiegata assicura che, anche dopo

5.000 ore di funzionamento, il flusso luminoso emesso dalle lampade consente di rispettare i parametri imposti da leggi e normative in materia. Oltre tali ore di accensione (corrispondenti a più di dieci anni di funzionamento della lanterna) occorrerà quindi provvedere alla sostituzione delle terne semaforiche.

Sarà inoltre importante, sempre ai fini del mantenimento entro i limiti normativi della luce emessa dalla lanterna, la pulizia periodica delle lenti esterne delle lanterne semaforiche. Si consiglia di eseguirla almeno una volta l'anno; in particolari condizioni, causate da alta concentrazione di sostanze inquinanti od altri fattori locali che possono causare l'insudiciamento dell'ottica, la pulizia andrà eseguita ad intervalli più frequenti.

Durante la pulizia occorrerà controllare che la lanterna non abbia perso il grado di isolamento e che sia penetrato sporco al suo interno. In questo caso la pulizia dovrà essere estesa anche alle parti interne della lanterna e si dovrà provvedere al ripristino del corretto grado di isolamento.

Il progettista

Ing. Federico Barni